

REC'D 29 JAN 2003

WIPO

PCT



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 102 00 052.2

**Anmeldetag:** 3. Januar 2002

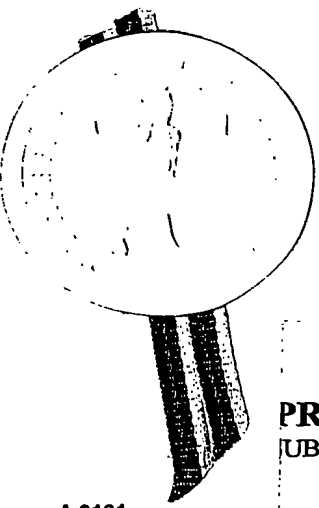
**Anmelder/Inhaber:** Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Sensorelement

**IPC:** G 01 N 27/416

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 28. November 2002  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

  
Dzierzon

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

5 27.12.01 Pg

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sensorelement

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

20

Ein Gasmeßfühler mit einem derartigen Sensorelement ist beispielsweise aus der DE 198 57 468 A1 zum Einsatz in der Abgasanalyse von Verbrennungsmotoren bekannt. Das längliche, planare Sensorelement ist in dem Fachmann bekannter Weise in einem Gehäuse angeordnet, welches in einer Meßöffnung eines Abgasrohres befestigt werden kann. Das Sensorelement weist an einem meßseitigen, dem Abgas ausgesetzten Ende eine Meßeinrichtung auf, die eine elektrochemische Zelle mit einer ersten Elektrode, einer zweiten Elektrode sowie einem zwischen erster und zweiter Elektrode angeordnetem Festelektrolyten umfaßt. Die erste Elektrode ist in einem in das Sensorelement eingebrachten Referenzgasbereich angeordnet. Die zweite Elektrode ist auf einer Außenfläche des Sensorelements aufgebracht und steht über eine poröse Schutzschicht in Kontakt mit dem Abgas.

25

30

35

Zur Beheizung der Meßeinrichtung ist eine Heizeinrichtung vorgesehen. Die Heizeinrichtung weist einen mäanderförmigen

Heizer (Widerstandsheizger) auf, zu dem eine erste und eine zweite Heizgerzuleitung geföhrt sind. Durch die Heizgerzuleitungen ist der am meßseitigen Ende des Sensorelements angeordnete Heizger mit Kontaktflächen elektrisch verbunden, die auf einem anschlußseitigen, dem meßseitigen Ende des Sensorelements gegenüberliegenden Ende vorgesehen sind und über die der Heizger mit einer außerhalb des Gasmeßfühlers angeordneten elektrischen Beschaltung elektrisch verbunden ist. Der Heizger und die beiden Heizgerzuleitungen sind in einer Schichtebene des Sensorelements angeordnet. Die beiden Heizgerzuleitungen verlaufen parallel zur Längsachse des Sensorelements. Die Heizeinrichtung ist durch Isolationsschichten von den umgebenden Elementen elektrisch isoliert.

Der Heizger wird in üblicher Weise betrieben, indem durch die elektrische Beschaltung eine Spannung zwischen den beiden Heizgerzuleitungen angelegt wird. Dabei liegt die erste Heizgerzuleitungen auf einem konstanten Potential, beispielsweise Erdpotential. Es ist bekannt, beispielsweise durch eine Widerstandsmessung die Temperatur innerhalb der Meßeinrichtung zu bestimmen und die Heizeinrichtung durch die elektrische Beschaltung so zu regeln, daß innerhalb der Meßeinrichtung ein vorbestimmter Temperaturwert vorliegt. Durch die mit der Regelung verbundenen Potentialänderungen an der zweiten Heizgerzuleitung kann durch Einkopplung die Funktion der Meßeinrichtung gestört werden. Daher ist zwischen der Heizeinrichtung und der Meßeinrichtung eine elektronenleitende Zwischenschicht, beispielsweise aus Platin vorgesehen, die auf einem konstanten elektrischen Potential liegt.

Hierbei ist nachteilig, daß der Schichtaufbau zur Verminderung der Einkopplungen der Heizeinrichtung in die

Meßeinrichtung fertigungstechnisch aufwendig und die zusätzliche Platinschicht teuer ist.

#### Vorteile der Erfindung

5

Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den kennzeichnenden Merkmalen des unabhängigen Anspruchs hat gegenüber dem Stand der Technik den Vorteil, daß ein Schichtaufbau realisiert ist, mit dem auf materialsparende und einfache Weise eine Beeinträchtigung einer Meßeinrichtung durch Einkopplungen vermindert oder ganz vermieden werden. Hierzu wird eine erste Heizerzuleitung, die auf einem zumindest nahezu konstanten Potential liegt, in einer Schichtebene zwischen einer zweiten Heizerzuleitung und der Meßeinrichtung angeordnet. Die erste Heizerzuleitung dient damit als Anschlußleitung des Heizers und schirmt gleichzeitig die Meßeinrichtung gegen Einkopplungen einer zweiten Heizerzuleitung ab, die aus den im Betrieb auftretenden Änderungen des Potentials der zweiten Heizerzuleitung resultieren.

10

15

20

Durch die in den abhängigen Ansprüchen genannten Maßnahmen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des im unabhängigen Anspruch angegebenen Sensorelements möglich.

25

Überdeckt die erste Heizerzuleitung die Vollfläche zumindest eines Zuleitungsbereichs des Sensorelements, so wird die Meßeinrichtung gegen die zweite Heizerzuleitung besonders wirkungsvoll abgeschirmt. Zur Materialeinsparung kann die erste Heizerzuleitung eine Gitterstruktur bilden.

30

Vorteilhaft ist die erste Heizerzuleitung so angeordnet, daß die senkrechte Projektion der zweiten Heizerzuleitung auf die Schichtebene der ersten Heizerzuleitung zumindest

bereichsweise auf der ersten Heizerzuleitung liegt.

Besonders vorteilhaft sind durch Siebdruck auf eine Trägerfolie folgende Schichten in der angegebenen Reihenfolge aufgebracht: eine zweite Isolationsschicht, durch die die zweite Heizerzuleitung und der Heizer von der Trägerfolie isoliert ist, der Heizer und die zweite Heizerzuleitung, eine erste Isolationsschicht, durch die die erste Heizerzuleitung von der zweiten Heizerzuleitung isoliert ist, die erste Heizerzuleitung, und gegebenenfalls eine dritte Isolationsschicht, die die erste Heizerzuleitung abdeckt. Die erste Heizerzuleitung wird dabei direkt auf einen Kontaktbereich des Heizers gedruckt und damit mit dem Heizer elektrisch verbunden. In dem Kontaktbereich des Heizers ist in der ersten Isolationsschicht daher eine Aussparung vorgesehen. Die Trägerfolie wird nach dem Bedrucken mit einer oder mehreren Festelektrolytfolien der Meßeinrichtung laminiert und anschließend gesintert.

Alternativ kann die zweite Isolationsschicht, der Heizer und die zweite Heizerzuleitung durch Siebdruck auf die Trägerfolie aufgebracht sein. Die erste Heizerzuleitung sowie gegebenenfalls die dritte Isolationsschicht sind durch Siebdruck auf eine Isolationsfolie aufgedruckt. Die erste Heizerzuleitung wird mit dem Heizer durch eine Durchkontaktierung in der Isolationsfolie elektrisch verbunden. Die Trägerfolie, die Isolationsfolie sowie eine oder mehrere Festelektrolytfolien der Meßeinrichtung werden nach dem Bedrucken laminiert und anschließend gesintert.

Zeichnung

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung und der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Explosionszeichnung eines Teilbereichs eines ersten

Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Sensorelements,  
Figur 2 einen Querschnitt durch das erste  
Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensorelements  
entlang der Linie II - II in Figur 1, und Figur 3 eine  
Explosionszeichnung eines Teilbereichs eines zweiten  
Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Sensorelements.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 und Figur 2 zeigen ein erstes Ausführungsbeispiel  
des erfindungsgemäßen Sensorelements. Das Sensorelement 10  
weist eine auf eine Trägerfolie 20 aufgebrachte  
Heizeinrichtung 21 sowie eine Meßeinrichtung 22 auf. In  
Figur 1 ist die Meßeinrichtung 22 des Sensorelements 10  
nicht dargestellt.

Die Meßeinrichtung 22, die an einem dem Abgas ausgesetzten  
meßseitigen Ende 26 des Sensorelements 10 angeordnet ist,  
weist eine erste Festelektrolytfolie 61 und eine zweite  
Festelektrolytfolie 62 auf. In die erste Festelektrolytfolie  
61 ist ein Referenzgasbereich 63 eingebracht, der ein  
Referenzgas enthält. Hierzu ist der Referenzgasbereich 63  
über einen Kanal in einem Zuleitungsbereich 25 des  
Sensorelements 10 mit der Atmosphärenluft verbunden. Im  
Referenzgasbereich 63 ist auf der zweiten  
Festelektrolytfolie 62 eine erste Elektrode 64 aufgebracht.  
Der ersten Elektrode 64 gegenüberliegend ist auf der  
Außenfläche der zweiten Festelektrolytfolie 62 eine zweite  
Elektrode 65 vorgesehen, die mit einer porösen Schutzschicht  
66 überdeckt und dem Abgas ausgesetzt ist. Die erste und die  
zweite Elektrode 64, 65 sowie die zweite Festelektrolytfolie  
62 bilden eine Nernstzelle. Mit der sich in der Nernstzelle  
zwischen den Elektroden 64, 65 ausbildenden Spannung kann  
auf den Sauerstoffpartialdruck im Abgas geschlossen werden.

Die Erfindung ist jedoch nicht auf ein Sensorelement beschränkt, das eine Meßeinrichtung mit dem oben beschriebenen Aufbau aufweist. Die Meßeinrichtung kann ebenso eine Pumpzelle, eine Kombination von Pump- und Nernstzelle (Breitband-Lambda-Sonde) oder eine andere Kombination elektrochemischer Zellen umfassen. Die Meßeinrichtung kann auch einen Aufbau aufweisen, der ein anderes Meßverfahren, beispielsweise eine resistive Messung, realisiert.

Die Meßeinrichtung 22 wird durch die Heizeinrichtung 21 beheizt und auf einer konstanten Temperatur gehalten. Die Regelung der Heizeinrichtung 21 erfolgt durch eine außerhalb des Sensorelements 10 angeordnete elektrische Beschaltung . . . . . aufgrund einer mit der Meßeinrichtung 22 ermittelten Temperatur im Sensorelement 10. Die Heizeinrichtung 21 enthält einen Heizer 30, der als mäanderförmiger Widerstandsheizter ausgebildet ist, und eine erste und eine zweite im Zuleitungsbereich 25 des Sensorelements 10 angeordnete Heizerezuleitung 31, 32, die mit dem Heizer 30 elektrisch verbunden sind. Die erste beziehungsweise zweite Heizerezuleitung 31, 32 verbinden den Heizer 30 über eine erste beziehungsweise zweite Durchkontaktierung 51, 52 in der Trägerfolie 20 und über jeweils eine auf einer Außenfläche der Trägerfolie 20 aufgebrachte Kontaktfläche (nicht dargestellt) mit der elektrischen Beschaltung. Zur Beheizung der Meßeinrichtung 22 wird durch die elektrische Beschaltung zwischen der ersten und der zweiten Heizerezuleitung 31, 32 eine Spannung angelegt. Die erste Heizerezuleitung 31 liegt konstant auf Erdpotential, der Heizer 30 wird durch eine Veränderung des Potentials der zweiten Heizerezuleitung 32 zu- und abgeschaltet.

Durch das Schalten des Potentials der zweiten Heizerezuleitung 32 kann das Meßsignal der Meßeinrichtung 22

durch Einkopplung gestört werden. Zur Vermeidung von Einkopplungen wird die erste Heizerzuleitung 31 in einer Schichtebene zwischen der zweiten Heizerzuleitung 32 und der Meßeinrichtung 22 angeordnet. Die erste Heizerzuleitung 31 ist hierzu im Zuleitungsbereich 25 über die gesamte Großfläche des Sensorelements 10 gezogen. Dagegen ist die Breite der zweiten Heizerzuleitung 32 geringer als die entsprechende Breite des Sensorelements 10. Zwischen der ersten und der zweiten Heizerzuleitung 31, 32 ist eine erste Isolationsschicht 41 vorgesehen, durch die die beiden Heizerzuleitungen 31, 32 voneinander elektrisch isoliert sind. Die zweite Heizerzuleitung 32 bildet mit dem Heizer 30 eine zusammenhängende Leiterbahn. Die erste Heizerzuleitung 31 ist mit dem Heizer 30 bei einer Kontaktstelle 45 elektrisch verbunden, in deren Bereich die erste Isolationsschicht 41 eine Aussparung aufweist. Die Heizeinrichtung 21 ist durch eine zweite Isolationsschicht 42 von der Trägerfolie 20 und durch eine dritte Isolationsschicht 43 von der Meßeinrichtung 22 elektrisch isoliert.

Das Sensorelement wird in Siebdrucktechnik hergestellt. Hierzu wird auf die Trägerfolie 20 (in dieser Reihenfolge) die zweite Isolationsschicht 42, der Heizer 30 mit Kontaktstelle 45 und die zweite Heizerzuleitung 32, die erste Isolationsschicht 41, die erste Heizerzuleitung 31 und die dritte Isolationsschicht 43 gedruckt. Die elektrische Verbindung des Heizers 30 mit der ersten Heizerzuleitung 31 erfolgt, indem das eine Ende der ersten Heizerzuleitung 31 direkt auf die Kontaktstelle 45 des Heizers 30 gedruckt wird. Hierzu ist in der ersten Isolationsschicht 41 in diesem Bereich eine Aussparung vorgesehen. Die bedruckte Trägerfolie 20 wird mit den Festelektrolytfolien 61, 62 der Meßeinrichtung 22 zusammenlaminiert und anschließend gesintert.



Die erste Isolationsschicht 41 kann sich mit Ausnahme der Aussparung im Bereich der Kontaktstelle 45 zur Kontaktierung von Heizer 30 und erster Heizerzuleitung 31 auch über die gesamte Großfläche des Sensorelements 10 erstrecken, also beispielsweise auch im Bereich des Heizers 30 vorgesehen sein. Ebenso kann sich die erste Heizerzuleitung 31 auch bis in den Bereich des Heizers 30 erstrecken.

Figur 3 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Sensorelement, bei dem einander entsprechende Elemente mit denselben Bezugszeichen wie in Figur 1 gekennzeichnet wurden. Das zweite Ausführungsbeispiel unterscheidet sich von dem in Figur 1 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel dadurch, daß zur Isolation der ersten von der zweiten Heizerzuleitung 31, 32 nicht eine gedruckte erste Isolationsschicht 41, sondern eine Isolationsfolie 44 ähnlich der Trägerfolie 20 verwendet wird. Damit wird die erste Heizerzuleitung 31 durch die Isolationsfolie 44 von dem Heizer 30 und der zweiten Heizerzuleitung 32 getrennt. Die Isolationsfolie 44 erstreckt sich über die gesamte Großfläche des Sensorelements. Die Kontaktierung des Heizers 30 mit der ersten Heizerzuleitung 31 erfolgt über eine in die Isolationsfolie 44 eingebrachte dritte Durchkontaktierung 53.

Zur Herstellung des zweiten Ausführungsbeispiels des Sensorelements wird auf die Trägerfolie 20 (in dieser Reihenfolge) die zweite Isolationsschicht 42, der Heizer 30 mit der zweiten Heizerzuleitung 32 gedruckt (Siebdrucktechnik). Auf die Isolationsfolie 44 wird die erste Heizerzuleitung 31 und die dritte Isolationsschicht 43 gedruckt. Nach dem Bedrucken werden die Trägerfolie 20 und die Isolationsfolie 44 mit den Festelektrolytfolien 61, 62

der Meßeinrichtung 22 zusammenlaminiert und anschließend gesintert. Die erste Heizierzuleitung 31 kann sich auch in den Bereich des Heizers 30 oder über die gesamte Großfläche des Sensorelements 10 erstrecken.

5

In einer weiteren, nicht dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann der Heizer in derselben Schichtebene wie die auf einem konstanten Potential liegende erste Heizierzuleitung angeordnet sein und/oder mit der ersten Heizierzuleitung eine zusammenhängende Leiterbahn bilden, während die zweite Heizierzuleitung in einer Schichtebene auf der der Meßeinrichtung abgewandten Seite der ersten Heizierzuleitung vorgesehen ist. Zur Kontaktierung der zweiten Heizierzuleitung mit dem Heizer ist ebenso wie bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsformen ein Kontaktstelle beziehungsweise eine Durchkontaktierung vorgesehen.

10

15

20

Der Heizer 30 und die erste und zweite Heizierzuleitung 31, 32 weisen beispielsweise Platin mit einem keramischen Anteil auf. Die erste, zweite und dritte Isolationsschicht 41, 42, 43 weisen beispielsweise als Hauptbestandteil Aluminiumoxid auf. Die erste und zweite Festelektrolytfolie 61, 62 besteht im wesentlichen aus mit Yttrium stabilisiertem Zirkonoxid. Die Trägerfolie 20 und die Isolationsfolie 44 weist beispielsweise mit Yttrium stabilisiertes Zirkonoxid und/oder Aluminiumoxid auf. Besteht die Trägerfolie 20 aus Aluminiumoxid, so kann die zweite Isolationsschicht 42 entfallen.

30

Wesentlich für die Erfindung ist, daß die erste Heizierzuleitung 31 auf einem weitgehend konstanten Potential, beispielsweise Erdpotential, liegt. Es liegt jedoch im Belieben des Fachmanns, die erste Heizierzuleitung 31 auf ein anderes weitgehend konstantes Potential zu legen,

35

beispielsweise wenn dies schaltungstechnisch günstiger ist.  
Unter einem weitgehend konstanten Potential der ersten  
Heizerzuleitung 31 ist im Sinne der Erfindung ein Potential  
zu verstehen, das im Vergleich zu dem Potential der zweiten  
Heizerzuleitung 32 nur langsamen und/oder geringen  
Veränderungen unterliegt und somit keine oder nur geringe  
Einkopplungen in die Meßeinrichtung 22 bewirkt. Die  
Einkopplung in die Meßeinrichtung 22 aufgrund von  
Potentialänderungen an der ersten Heizerzuleitung 31 soll  
also deutlich geringer sein als die Einkopplung, die  
aufgrund der Potentialänderungen an der zweiten  
Heizerzuleitung 32 auftreten würde, falls diese nicht durch  
die auf zumindest nahezu konstantem Potential liegende erste  
Heizerzuleitung 31 abgeschirmt wäre.

27.12.01 Pg/..

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

## Ansprüche

15

20

25

30

1. Schichtförmig aufgebautes Sensorelement (10) zum Nachweis einer physikalischen Eigenschaft eines Gases, insbesondere zum Nachweis der Konzentration einer Gaskomponente in einem Abgas eines Verbrennungsmotors, mit einer Meßeinrichtung (22), die dem Nachweis einer physikalischen Eigenschaft des Gases dient, und mit einer Heizeinrichtung (21), die einen Heizer (30) aufweist, der mit einer ersten Heizerzuleitung (31) und einer zweiten Heizerzuleitung (32) elektrisch verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Heizerzuleitung (31) in einer Schichtebene zwischen der zweiten Heizerzuleitung (32) und der Meßeinrichtung (22) angeordnet ist und daß die erste Heizerzuleitung (31) auf einem zumindest nahezu konstanten elektrischen Potential liegt.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Heizerzuleitung (31) von der zweiten Heizerzuleitung (32) durch eine erste Isolationsschicht (41) isoliert ist, und daß der Heizer (30) eine Kontaktstelle (45) aufweist, über die der Heizer (30) mit der ersten oder der zweiten Heizerzuleitung (31, 32) elektrisch verbunden ist, wobei die erste Isolationsschicht (41) im Bereich der Kontaktstelle (45)

eine Aussparung aufweist.

3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizer (30) und/oder die zweite Heizerezuleitung (32) durch eine zweite Isolationsschicht (42) von einer Trägerfolie (20) elektrisch isoliert ist, und daß der Heizer (30) und/oder die erste Heizerezuleitung (31) von der Meßeinrichtung (22) durch eine dritte Isolationsschicht (43) elektrisch isoliert ist.
4. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizer (30), die erste und zweite Heizerezuleitung (31, 32) und die Isolationsschichten (41, 42, 43) durch Siebdruck auf eine Trägerfolie (20) aufgebracht sind.
5. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der ersten Heizerezuleitung (31) und der zweiten Heizerezuleitung (32) eine Isolationsfolie (44) angeordnet ist, und daß der Heizer (30) mit der ersten Heizerezuleitung (31) und/oder der zweiten Heizerezuleitung (32) durch eine in die Isolationsfolie (44) eingebrachte Durchkontaktierung (53) elektrisch verbunden ist.
6. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Heizerezuleitung (31) in einem Zuleitungsbereich (25) und/oder im Bereich des Heizers (30) zumindest weitgehend die Vollfläche des Sensorelements (10) überdeckt.
7. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Heizerezuleitung (31) auf einem weitgehend konstanten Potential, beispielsweise auf Erdpotential liegt, und daß zur

Beheizung des Sensorelements (10) das Potential der zweiten Heizerzuleitung (32) durch eine außerhalb des Sensorelements (10) angeordnete elektrische Beschaltung veränderbar ist.

5

8. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßeinrichtung (22) mindestens eine elektrochemische Zelle mit einer ersten Elektrode (64), einer zweiten Elektrode (65) und einem Festelektrolyten (62) aufweist, wobei der Festelektrolyt (62) die erste und die zweite Elektrode (64, 65) elektrisch verbindet.

10

15

9. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste und/oder die zweite Heizerzuleitung (31, 32) zumindest bereichsweise als Gitterstruktur ausgebildet sind.

20

10. Sensorelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die senkrechte Projektion der zweiten Heizerzuleitung (32) auf die Schichtebene der ersten Heizerzuleitung (31) zumindest bereichsweise auf der ersten Heizerzuleitung (31) liegt.

27.12.01 Pg/..

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Sensorelement

Zusammenfassung

15

20

Es wird ein schichtförmig aufgebautes Sensorelement (10) zum Nachweis einer physikalischen Eigenschaft eines Gases, insbesondere zum Nachweis der Konzentration einer Gaskomponente in einem Abgas eines Verbrennungsmotors, vorgeschlagen. Das Sensorelement (10) weist eine Meßeinrichtung (22), die dem Nachweis einer physikalischen Eigenschaft des Gases dient, und eine Heizeinrichtung (21) auf. Die Heizeinrichtung (21) enthält einen Heizer (30), der mit einer ersten Heizerzuleitung (31) und einer zweiten Heizerzuleitung (32) elektrisch verbunden ist. Die erste Heizerzuleitung (31) ist in einer Schichtebene zwischen der zweiten Heizerzuleitung (32) und der Meßeinrichtung (22) angeordnet. Die erste Heizerzuleitung (31) liegt auf einem zumindest nahezu konstanten elektrischen Potential.

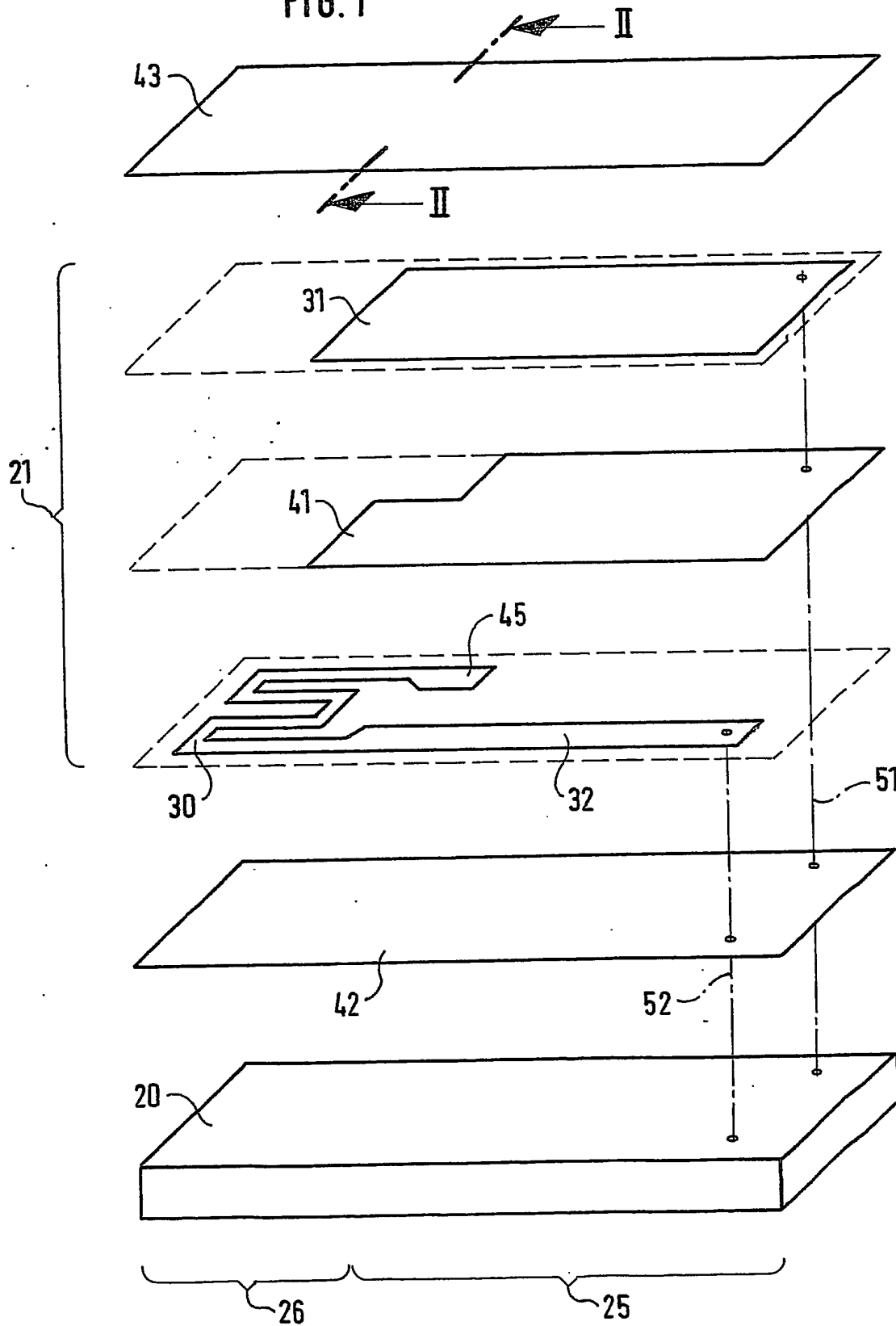
30

(Fig. 1)

35

1/3

FIG. 1





2/3

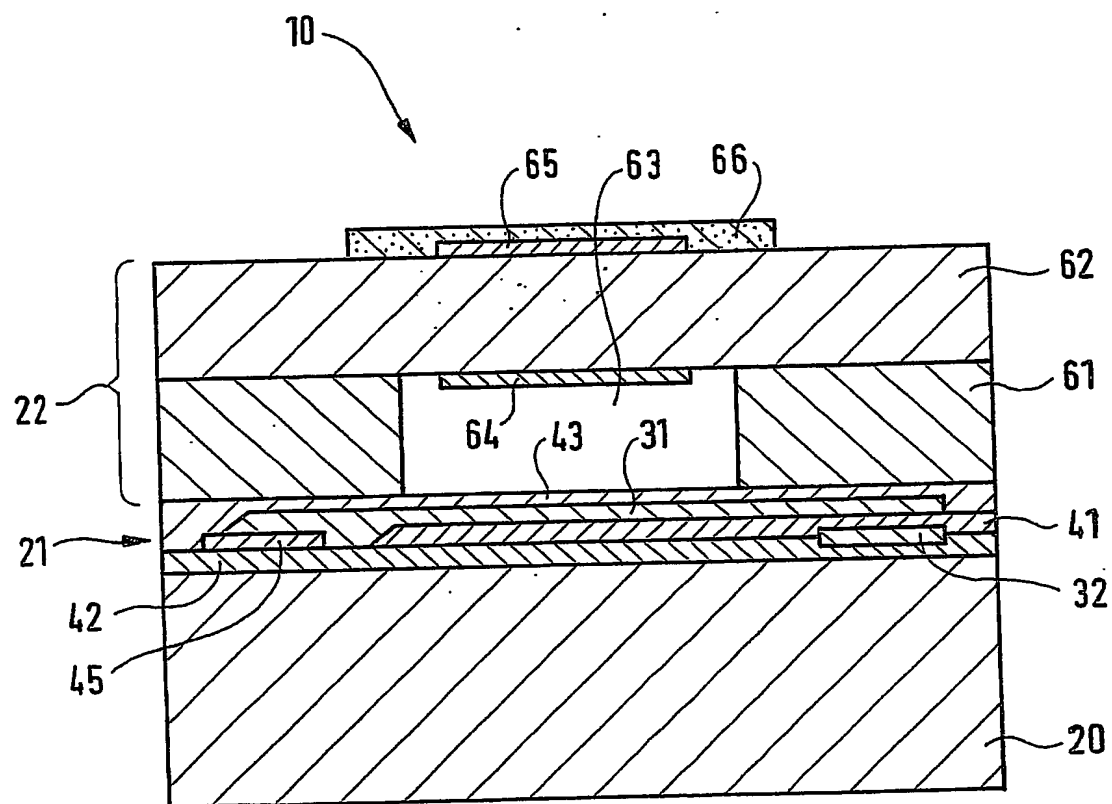


FIG. 2

3/3

FIG. 3

